

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)[Generate Collection](#)[Print](#)

L3: Entry 12 of 31

File: JPAB

Apr 6, 2001

PUB-NO: JP02001091635A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001091635 A

TITLE: ALTITUDE MEASURING EQUIPMENT AND ALTITUDE MEASURING METHOD

PUBN-DATE: April 6, 2001

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SHINAGAWA, YUICHI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY

TOSHIBA CORP

APPL-NO: JP11269916

APPL-DATE: September 24, 1999

INT-CL (IPC): G01 S 13/08; G01 C 5/06; G01 S 5/14

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always output optimum altitude data by automatically judging an optimum altimeter out of plural kinds of altimeters with different error characteristics, and appropriately integrating the respective altimeters.

SOLUTION: A radio altimeter 11, a barometric altimeter 12 and a GPS receiver 13 are provided as altimeters. A processing part 16 diagnoses the error of altitude data obtained from the respective altimeters 11-13 on the basis of the flying environment of a flying body and status information indicating the error characteristics of the altimeters 11-13, and selects the altimeter with altitude data with the least error, as the optimum altimeter. In the case of selecting the altimeter other than the barometric altimeter 12, as the optimum altimeter, the integrated data of the altitude data of the selected altimeter and the altitude data of the barometric altimeter 12 is generated, and the generated integrated altitude data is outputted as the measured result to a display part 17.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-91635

(P2001-91635A)

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51)Int.Cl.  
G 0 1 S 13/08  
G 0 1 C 5/06  
G 0 1 S 5/14

識別記号

F I  
G 0 1 S 13/08  
G 0 1 C 5/06  
G 0 1 S 5/14

コード(参考)  
5 J 0 6 2  
5 J 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-269916  
(22)出願日 平成11年9月24日(1999.9.24)

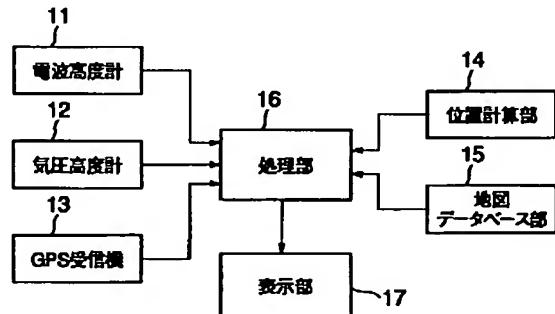
(71)出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(72)発明者 品川 純一  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内  
(74)代理人 100058479  
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)  
F ターム(参考) 5J062 AAD1 BB03 CC07 FF00 FF01  
HH07  
5J070 AC03 AE07 AF06 AK22

(54)【発明の名称】 高度計測機器及び高度計測方法

(57)【要約】

【課題】誤差特性の異なる複数種類の高度計の中から最適な高度計を自動的に判断し、また、各高度計の適切な統合によって常に最適な高度データを出力する。

【解決手段】高度計として電波高度計11、気圧高度計12、GPS受信機13を備える。処理部16では、これらの高度計11～13の誤差特性を示すステータス情報および飛翔体の飛行環境に基づいて、各高度計11～13から得られる高度データの誤差を診断し、最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択する。さらに、最適な高度計として気圧高度計12以外が選択された場合には、その高度計の高度データと気圧高度計12の高度データとを統合した統合高度データを生成し、この生成された統合高度データを計測結果として表示部17に出力する。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 飛翔体の位置座標を検出する位置検出手段と、この位置検出手段から得られる位置での上記飛翔体の飛行高度を計測する複数種類の高度計と、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境に基づいて、上記各高度計から得られる高度データの誤差を診断する誤差診断手段と、この誤差診断手段による診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択する高度計選択手段と、この高度計選択手段によって選択された高度計の高度データを計測結果として出力する出力手段とを具備したことを特徴とする高度計測機器。

【請求項2】 飛翔体の位置座標を検出する位置検出手段と、この位置検出手段から得られる位置での上記飛翔体の飛行高度を計測する複数種類の高度計と、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境に基づいて、上記各高度計から得られる高度データの誤差を診断する誤差診断手段と、この誤差診断手段による診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択する高度計選択手段と、この高度計選択手段によって選択された高度計の高度データと他の適切な高度計の高度データとを統合した統合高度データを生成する統合高度生成手段と、この統合高度生成手段によって生成された統合高度データを計測結果として出力する出力手段とを具備したことを特徴とする高度計測機器。

【請求項3】 上記各高度計には少なくとも気圧高度計が含まれ、上記統合高度生成手段は、上記高度計選択手段によって選択された高度計が上記気圧高度計以外のものであった場合に、当該高度計の高度データと上記気圧高度計の高度データとの複合計算処理を行って統合高度データを生成することを特徴とする請求項2記載の高度計測機器。

【請求項4】 飛翔体の位置座標を検出し、この検出位置での上記飛翔体の飛行高度を複数種類の高度計を通じて計測し、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境に基づいて、上記各高度計から得られる高度データの誤差を診断し、この診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択し、最適な高度計として選択された高度計の高度データを計測結果として出力することを特徴とする高度計測方法。

【請求項5】 飛翔体の位置座標を検出し、この検出位置での上記飛翔体の飛行高度を複数種類の高

度計を通じて計測し、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境に基づいて、上記各高度計から得られる高度データの誤差を診断し、この診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択し、最適な高度計として選択された高度計の高度データと他の適切な高度計の高度データとを統合した統合高度データを生成し、この生成された統合高度データを計測結果として出力することを特徴とする高度計測方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機等の飛翔体に用いられる高度計測機器に係り、特に誤差特性の異なる複数種類の高度計を備えた高度計測機器と、この高度計測機器に用いられる高度計測方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】航空機等の飛翔体では、従来から電波高度計、気圧高度計、G P S受信機が利用されている。電波高度計は、飛翔体から地上に発射した電波の反射波を受信し、電波の往復時間を計測することによって高度を検知する高度計である。気圧高度計は、飛行高度での気圧を計測し、標準の気圧-高度の関係に基づいて海面からの高度を検知する高度計である。G P S受信機は、G P S (Global Positioning System: 全世界的測位システム)を利用して、緯度、経度、高度の3次元の位置情報を得るものであり、このうちの高度の情報を高度計として利用する。

【0003】これらの高度計には、それぞれに一長一短があり、誤差特性も異なる。図4に各高度計の特徴、図5に計測高度と計測誤差との関係を示す。

【0004】すなわち、電波高度計では、低高度での精度に優れているといった利点がある。しかし、高高度では精度が著しく劣化すると共に、ハイダイナミクスな環境下では精度が劣化するといった欠点がある。気圧高度計では、相対的な精度及びデータの連続性に優れ、高度による精度の劣化が緩やかであるといった利点がある。しかし、基準高度の入力が必要であったり、気象の影響を大きく受け、気圧の安定していない所では精度が劣化するといった欠点がある。G P S受信機では、精度は高度に依存しないものの、G P S衛星からの電波の受信状態によって左右され、また、他の2つの高度計に比べて精度が劣るといった欠点がある。

【0005】このように、各高度計毎にその特性が異なり、誤差特性も一様ではない。この特性の違いに対し、従来では、例えば飛行高度が低い所では電波高度計、高い所では気圧高度計といったように、オペレーター自身が使用環境から最適な高度計を判断し、その高度計からの

情報を得ていた。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】航空機等の飛翔体の航法では、飛行中はもとより離着陸時でも、常に最適な高度データを迅速に取得することが必要である。しかしながら、従来、誤差特性の異なる複数種類の高度計（電波高度計、気圧高度計、GPS受信機）を使用する場合に、オペレータ（操縦者）自身が最適な高度計を判断しなければならなかつたため、オペレータに負担がかかる等の問題があった。

【0007】本発明は上記のような点に鑑みられたもので、誤差特性の異なる複数種類の高度計の中から最適な高度計を自動的に判断し、また、各高度計の適切な統合によって常に最適な高度データを出力することのできる高度計測機器及び高度計測方法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の高度計測機器は、飛翔体の位置座標を検出する位置検出手段と、この位置検出手段から得られる位置での上記飛翔体の飛行高度を計測する複数種類の高度計と、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境に基づいて、上記各高度計から得られる高度データの誤差を診断する誤差診断手段と、この誤差診断手段による診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として選択する高度計選択手段と、この高度計選択手段によって選択された高度計の高度データを計測結果として出力する出力手段とを具備して構成される。

【0009】このような構成によれば、飛翔体の現在位置での飛行高度が複数種類の高度計にて計測される。その際、これらの高度計の誤差特性を示すステータス情報および上記飛翔体の飛行環境から上記各高度計から得られる高度データの誤差が診断される。この診断結果に基づいて上記各高度計の中で最も誤差の少ない高度データを有する高度計が最適な高度計として選択され、その高度計の高度データが計測結果として出力される。したがって、誤差特性の異なる複数種類の高度計を用いる場合に、常に各高度計の中の最適な高度計からの高度データを得て操縦することができる。

【0010】さらに、本発明は、最適高度計として選択された高度計の高度データと他の適切な高度計の高度データとを統合した統合高度データを生成する統合高度生成手段を有し、この統合高度生成手段によって生成された統合高度データを計測結果として出力することを特徴としている。

【0011】気圧高度計の場合には比較的滑らかな高度データが得られるのに対し、他の高度計では高度データが離散的であるため、データのスムージングを行うことが好ましい。そこで、最適高度計として気圧高度計以外

のものが選択された場合には、その選択された高度計の高度データと気圧高度計の高度データとの複合計算処理を行ふことでデータを滑らかにする。このような適切な高度計との統合によって得られる統合高度データを最適な高度データとして出力する。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。

【0013】図1は本発明の一実施形態に係る高度計測機器の構成を示すブロック図である。この高度計測機器は、例えば航空機等の飛翔体に設けられ、オペレータ（操縦者）に飛翔体の飛行高度を提供するものであり、図1に示すように、電波高度計11、気圧高度計12、GPS受信機13といった3種類の高度計を備えると共に、位置計算部14、地図データベース部15、処理部16、表示部17を有する。

【0014】電波高度計11は、飛翔体から地上に発射した電波の反射波を受信し、電波の往復時間を計測することによって高度を検知し、その高度データを処理部16に出力する。気圧高度計12は、飛行高度での気圧を計測し、標準の気圧-高度の関係に基づいて海面からの高度を検知し、その高度データを処理部16に出力する。GPS受信機13は、GPS（Global Positioning System:全世界的測位システム）を利用して、緯度、経度、高度の3次元の位置情報を取得し、このうちの高度データを処理部16に出力する。

【0015】位置計算部14は、飛翔体の現在の位置座標（緯度、経度）を求めて、その位置情報を処理部16に出力する。この位置計算部14としては、GPS受信機13を利用することができる。地図データベース部15は、予め各地域に対応した地図データを保持しており、その地図データには緯度と経度に対応した高度情報（山の起伏などを示す3次元の情報）が含まれている。

【0016】処理部16は、電波高度計11、気圧高度計12、GPS受信機13の3種類の高度計によって得られる高度データの誤差とその信頼性を診断して最適な高度計を選択すると共に、その選択された高度計と他の適切な高度計（気圧高度計12）とを統合した統合高度データを生成して出力する処理を行う。表示部17は、処理部16によって得られた高度データを数値化して表示するためのデバイスである。

【0017】図2は各高度計における誤差特性と本発明によって実現される統合高度計としての誤差特性を示す図である。図中のaは電波高度計11の誤差特性、bは気圧高度計の誤差特性、cはGPS受信機13の誤差特性を示している。また、dは統合高度計としての誤差特性を示している。

【0018】上述したように、各高度計11～13毎に高度に対する誤差特性が異なる。一般に電波高度計11では、低高度での精度に優れているため、誤差は少な

い。しかし、高高度では精度が著しく劣化するため、誤差が多くなる。また、飛翔体が傾いた状態では精度が劣化する。気圧高度計12では、低高度での誤差は電波高度計11に比べて多いが、相対的な精度に優れており、高度による劣化は緩やかである。しかし、気圧が安定していない所では精度が劣化し、誤差が増えることになる。GPS受信機13では、精度は高度に依存しないが、GPS衛星からの電波の受信状態に精度が左右され、電波高度計11および気圧高度計12に比べて精度が劣る。

【0019】本実施形態では、このような誤差特性の異なる複数種類の高度計を用いる場合に、機器のステータス情報や飛行環境に応じて各高度計の誤差とその信頼度を診断し、その中で最も誤差の少ないものを適宜選択し、さらに、他の適切な高度計を統合することで、統合高度計としての高度データを得ることを特徴とするものである。図2の太線で示す特性dが統合高度計としての誤差特性である。

【0020】以下に、具体的な処理動作について説明する。

【0021】図3は本実施形態における高度計測処理の動作を示すフローチャートである。

【0022】まず、位置計算部14により飛翔体の位置座標（緯度、経度）を求めて処理部16に出力する（ステップS11）。この位置計算部14としては、GPS受信機13を用いることができ、GPS受信機13にて得られる飛翔体の緯度、経度を示す位置情報POSを処理部16に出力する。

【0023】処理部16は、飛翔体の位置情報POSを得ると、地図データベース部15の中から当該位置に対応した高度データを読み出し、これを飛翔体直下の地形の標高hMAPとする（ステップS12）。

【0024】次に、高度計として用意された電波高度計11、気圧高度計12、GPS受信機13にて飛翔体の飛行高度をそれぞれ計測し、その計測結果として得られた高度データhBA、hRA、hGPSを各高度計11～13のステータス情報と共に処理部16に出力する（ステップS13）。高度データhBAは気圧高度計12から得られる海拔高度の値、高度データhRAは電波高度計11から得られる対地高度の値、高度データhGPSはGPS受信機13から得られる海拔高度の値を示している。

【0025】また、各高度計11～13のステータス情報とは、各高度計11～13の誤差特性を示すものである。GPS受信機13であれば、GPS受信機13で推定されるEVPE値（高度データの推定誤差）がステータス情報として処理部16に出力される。また、電波高度計11および気圧高度計12では、それぞれに予め機器固有の特性として誤差特性が定められており、その誤差情報がステータス情報として処理部16に出力される。

【0026】ここで、各高度計11～13の誤差特性を対地高度と海拔高度で比較するため、処理部16では、上記ステップS12で得た飛翔体直下の地形の標高hMAPと各高度計11～13から得た高度データhBA、hRA、hGPSに基づいて、飛翔体の対地高度ALT-Gと海拔高度ALT-Sを以下のようにして求める（ステップS14、S15）。

【0027】対地高度の計算

$$\text{気圧高度計: } ALT - G_{BA} = h_{BA} - h_{MAP}$$

10 電波高度計:  $ALT - G_{RA} = h_{RA}$

$$GPS \text{受信機: } ALT - G_{GPS} = h_{GPS} - h_{MAP}$$

海拔高度の計算

$$\text{気圧高度計: } ALT - S_{BA} = h_{BA}$$

$$\text{電波高度計: } ALT - S_{RA} = h_{RA} + h_{MAP}$$

$$GPS \text{受信機: } ALT - S_{GPS} = h_{GPS}$$

次に、処理部16は、各高度計11～13のステータス情報および飛翔体の飛行環境から高度計の計測誤差とその信頼度を診断する（ステップS16）。この場合、各高度計11～13の誤差要素として以下のようものが挙げられる。

【0028】(a) GPS受信機

・GPS受信機13で推定されるEVPE (estimated vertical position error) 値

EVPE値とは、高度データの推定誤差を表わすもので、GPS受信機13を通じて飛翔体の緯度と経度を示す位置座標と共に得られる。

【0029】(b) 気圧高度計

・計測高度と計測誤差との関係

30 計測高度と計測誤差との関係が予め機器固有の特性として示されている。

【0030】・飛行環境の気圧配置（気圧勾配）を数値化

気圧高度計の精度は気圧に大きく影響される。例えば、気圧勾配が大きいほど、気圧高度の精度が劣化する。気圧配置は飛行前にオペレータによって予め入力されている。

【0031】・基準高度の入力誤差

飛行中に基準高度を飛行エリアに応じて適宜修正することが行われており、これを入力誤差として得る。

40 【0032】(c) 電波高度計

・計測高度と計測誤差との関係

計測高度と計測誤差との関係が予め機器固有の特性として示されている。

【0033】・機体ダイナミクスを数値化

電波高度計11は電波の地表からの反射によって絶対高度を計測するため、機体が横に傾いた状態では精度が劣化する。つまり、機体ダイナミクスが大きいほど、電波高度の精度は劣化する。機体が何度傾いたときに誤差がどの程度になるといったことは、機器固有の仕様値として得ることができる。

【0034】また、この他にすべての高度計に共通する誤差要素として、

- ・地図データベースの分解能
- ・位置計算誤差に伴う地図データベースの地形高度の不確定分

などが挙げられる。

【0035】これらの誤差要素を考慮して各高度計11～13の誤差特性を表現すると、図2のa, b, cのような特性となる。なお、ここでは各高度計11～13の誤差特性を比較しやすいように、対地高度と海拔高度を合わせた形で表現してあるが、実際には、対地高度と海拔高度の両方に関して各高度計11～13の誤差特性が求められる。

【0036】処理部16は、各高度計11～13の誤差特性を比較し、その中で誤差の最も少ない高度データを有する高度計を最適な高度計として判断し、当該高度計にて計測された対地高度または海拔高度を採用する（ステップS17）。図2の特性図によれば、例えば機体が上昇する場合において、高度の低いところでは電波高度計11によって得られる対地高度が採用される。そして、高度の上昇に伴い気圧高度計12によって得られる海拔高度が採用され、ある高度以上ではGPS受信機13によって得られる海拔高度が採用されることになる。

【0037】ここで、気圧高度計12では、比較的滑らかな高度データが得られるのに対し、電波高度計11やGPS受信機13では、高度データが離散的であるため、データのスムージングを行うことが好ましい。

【0038】したがって、上記ステップS17において、最適な高度計として電波高度計11が選択された場合には（ステップS18のYes）、処理部16は電波高度計11の高度データと気圧高度計12の高度データとの複合計算処理によって、電波高度計11から得られる高度データのスムージングを行う（ステップS19）。また、最適な高度計としてGPS受信機13が選択された場合には（ステップS20のYes）、処理部16はGPS受信機13の高度データと気圧高度計12の高度データとの複合計算処理によって、GPS受信機13から得られる高度データのスムージングを行う（ステップS21）。気圧高度計12が最適高度計の場合には（ステップS20のNo）、気圧高度計12から得られる高度データをそのまま出力することになる。

【0039】なお、この高度データのスムージング処理としては、例えばカルマンフィルタなどのフィルタリング処理を用いるものとする。処理部16はこのスムージ

ング処理によって得られた高度データを統合高度データとして数値化して表示部17に出力する（ステップS22）。その際、統合高度データとしての推定誤差（最適高度計として選択された高度計によって得られる）も数値化して表示部17に出力する（ステップS22）。

【0040】このように、飛行環境に応じて最適な高度計が自動的に判断され、また、各高度計の適切な統合によって、常に最適な海拔高度または対地高度をオペレータに提供することができる。例えば、各高度計が図2に示すような誤差特性を有する場合には、統合高度計としての誤差特性dは太線で示すようになり、常に誤差の最も少ない高度データを提供することができる。

#### 【0041】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、誤差特性の異なる複数種類の高度計を用い、その中で最適な高度計からの高度データをオペレータに提供することができる。また、各高度計の適切な統合によって、さらに最適な高度データをオペレータに提供することができる。したがって、オペレータは常に最適な高度データを迅速に得て正確な操縦を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る高度計測機器の構成を示すブロック図。

【図2】各高度計における誤差特性と本発明によって実現される統合高度計としての誤差特性を示す図。

【図3】本実施形態における高度計測処理の動作を示すフローチャート。

【図4】一般的に用いられている各高度計の特徴を示す図。

【図5】上記図4の各高度計における計測高度と計測誤差との関係を示す図。

#### 【符号の説明】

1 1…電波高度計

1 2…気圧高度計

1 3…GPS受信機

1 4…位置計算部

1 5…地図データベース部

1 6…処理部

1 7…表示部

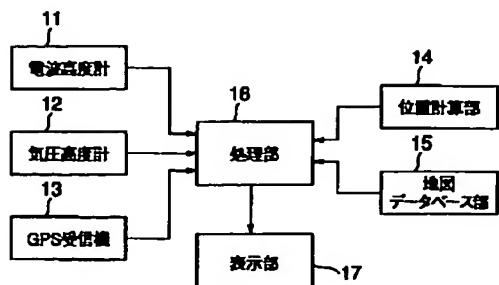
a…電波高度計の誤差特性

b…気圧高度計の誤差特性

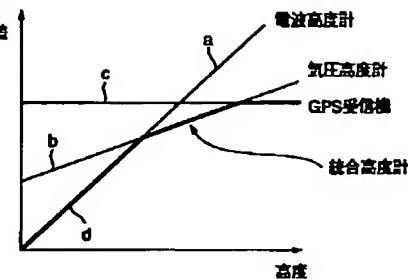
c…GPS受信機の誤差特性

d…統合高度計としての誤差特性

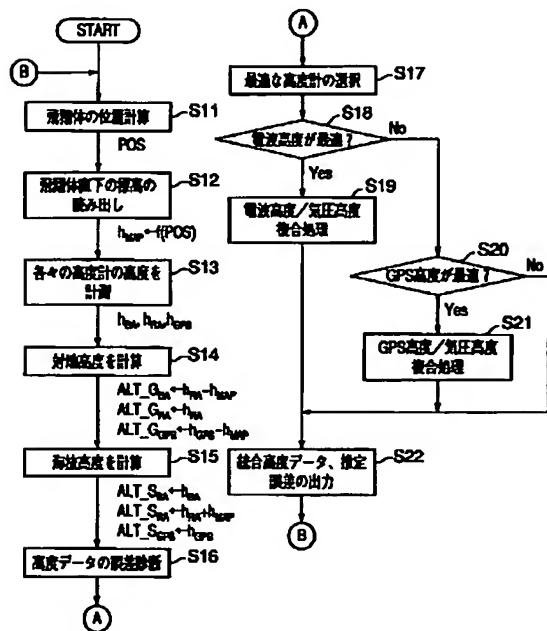
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

	長所	短所
電波高度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>低高度での精度に優れる</li> <li>高高度では精度が著しく劣化する</li> <li>ハイダイナミクスな環境下では、精度が劣化する</li> </ul>	
気圧高度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>相対的な精度及びデータの連続性に優れる</li> <li>高度による精度の劣化が緩やか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準高度の入力が必要（飛行前及び飛行中に適宜）</li> <li>気圧の安定していない所では、精度が劣化する</li> </ul>
GPS受信機	<ul style="list-style-type: none"> <li>精度は、高度に依存しない</li> <li>精度は、GPS衛星からの電波の受信状態に左右される</li> <li>相対的に（他の2つの高度計に対して）、精度が劣る</li> </ul>	

【図5】

